

дованого у Microsoft Office Excel Пакету аналізу даних. Одержані математичні моделі залежностей витрат електроенергії від трьох вказаних факторів мають наступний вигляд:

$Y = -68,23 + 71,41 \cdot X_1 - 1,47 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_3$  – для трамвайних вагонів;

$Y = 11,31 + 39,4 \cdot X_1 + 2,57 \cdot X_2 - 0,012 \cdot X_3$  – для тролейбусних машин.

На основі одержаних математичних моделей можливе прогнозування необхідного обсягу електроенергії трамвайними і тролейбусними підприємствами на основі планових значень інвентарного парку, пробігу рухомого складу та кількості перевезених пасажирів на наступний період. Необхідність прогнозування пов'язана з інерційністю розвитку виробничих і економічних систем, із великими витратами на розробку новітньої техніки і технології, порівняно довгостроковими термінами їх освоєння і відносно швидкими темпами старіння техніки і технології. На основі одержаних математичних моделей можливе прогнозування необхідного обсягу електроенергії трамвайними і тролейбусними підприємствами на основі планових значень інвентарного парку, пробігу рухомого складу та кількості перевезених пасажирів на наступний період.

## ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

*Лисенко Ю.О.*

*Науковий керівник – Гарбуз Н.В., асистент*

Водій, виїжджаючи на лінію, повинен пам'ятати, що гальма – це одна з основних систем, що забезпечують надійність і безпеку управління автомобілем.

Відмови і несправності гальмівної системи автомобіля полягають в порушенні працездатності гальмівних механізмів і гальмівного приводу, в результаті якої відбувається повна або часткова втрата ефективності гальмування автомобіля.

Метою роботи є аналіз несправностей і методів для діагностування гальмівних систем автомобілів.

Несправностями гальмівного механізму є: знос накладок гальмівних колодок і знос барабанів, збільшення проміжків між ними, замаслення, заклинювання колодок, що призводить до нагріву гальмівних барабанів. Несправностями гідравлічного приводу гальм є: втрата герметичності (підтікання через манжети колісних гальмівних циліндрів і з'єднання шлангів); недостатній рівень гальмівної рідини в резервуарі гальмівного циліндра; збільшений хід гальмівної педалі; пригальмовування коліс на ходу. Несправностями пневматичного гальмівного приводу є: втрата герметичності в з'єднаннях, пониження тиску повітря в

системі нижче за норму; недостатній тиск в системі через несправність компресора; пригальмовування на ходу із-за нещільності посадки клапанів управління. Несправності приводу стоянкового гальма полягають у витягуванні і ушкодженні тяги або тросів, їх заїданні.

Основні ознаки несправності гальмівної системи – збільшення довжини шляху гальмування (при однаковому стані дороги і за тієї ж швидкості) і прагнення автомобіля до заносу при гальмуванні, нагрівання гальмівних барабанів.

Збільшений вільний хід педалі спостерігається із-за збільшення проміжків між накладками колодок і гальмівними барабанами, між штоком і поршнем головного гальмівного циліндра, а також із-за зменшення надлишкового тиску в системі в результаті несправностей клапана і поворотної пружини поршня головного циліндра. Причиною є також недостатній рівень гальмівної рідини в резервуарі головного циліндра.

Підтікання і недостатній рівень рідини в гідроприводі сприяють проникненню повітря в систему приводу, що супроводжується «проваленням» педалі. Гальма при цьому починають діяти лише після декількох натиснень на педаль. Набрякання манжет призводить до заїдання гальм.

Причинами нагріву гальмівних барабанів можуть бути пригальмовування одного або декількох коліс, послаблення або поломка стяжної пружини гальмівних колодок, заїдання поршня в колісному циліндрі (гідропривід), недостатній проміжок між накладками колодок і барабанів та ін.

Ефективність гальм можна перевірити методами ходових випробувань і стаціонарними на спеціальних стендах.

Гальмівні якості автомобіля при ходових випробуваннях оцінюються за двома показниками: гальмівному шляху і максимальному уповільненню. У першому випадку автомобіль розганяють до швидкості 40 км/год на горизонтальній, рівній і сухій ділянці дороги (при нормальному тиску повітря в шинах) і проводять екстрене гальмування (при вимкненому зчепленні). Найбільший гальмівний шлях для легкових автомобілів має бути 14,5 м, для вантажних автомобілів і автобусов – 19,0-22,1 м залежно від власної маси автомобіля і швидкості руху.

По мірі схожості між собою слідів, що залишаються колесами на дорозі, і ознакам занесення судять про синхронність гальмування. Результати випробування вважають незадовільними, якщо для збереження прямолінійного напрямку в процесі гальмування водій повинен управляти траєкторію руху. Хоча такий метод контролю гальм широко

поширений, користуватися їм слід у крайніх випадках, оскільки він неточний і веде до інтенсивного зношування шин.

При другому випадку перевірки ефективності гальм оцінюють по максимальному уповільненню, визначуваному деселерометром маятникового типу. Деселерометр за допомогою гумових присосів встановлюють на склі дверей або лобовому склі кабіни або кузова автомобіля так, щоб напрям гойдання маятника співпав з напрямом руху автомобіля. Для легкових автомобілів уповільнення має бути не нижче  $5,8 \text{ м/с}^2$ , для вантажних автомобілів і автобусів –  $5-4,2 \text{ м/с}^2$ . Уповільнення визначають екстреним гальмуванням автомобіля з будь-якої швидкості руху.

Діагностування гальм автомобіля виконують на стендах інерційного або силового методу виміру показників їх ефективності.

Згідно з діючими стандартами застосовують два основні методи діагностування гальмівних систем – дорожній і стендовий. Для них встановлені наступні контрольовані параметри:

- при проведенні дорожніх випробувань - гальмівний шлях; стає уповільнення; стійкість при гальмуванні; час спрацювання гальмівної системи; ухил дороги, на якому повинен нерухомо утримуватися транспортний засіб;
- при проведенні стендових випробувань - загальна питома гальмівна сила; коефіцієнт нерівномірності (відносна нерівномірність) гальмівних сил коліс осі, а для автопоїзда ще додатково коефіцієнт сумісності ланок автопоїзда і асинхронність часу спрацювання гальмівного приводу.

Існує декілька видів стендів і приладів, що використовують різні методи і способи виміру гальмівних якостей:

- статичні силові;
- інерційні платформені;
- інерційні роликові;
- силові роликові стенди;
- прилади для виміру уповільнення автомобіля при дорожніх випробуваннях.

Статичними силовими стендами для діагностування гальм автомобіля є роликові або платформені пристрої, призначені для перевірки «зриву» загальмованого колеса і виміру сили, що прикладається при цьому. Такі стенди можуть мати гідравлічний, пневматичний або механічний привод. Вимір гальмівної сили можливий при вивішеному колесі або при його опорі на гладкі бігові барабани. Недоліком статичного способу діагностування гальм є неточність результатів, внаслідок чого не відтворюються умови реального динамічного процесу гальму-

вання.

Принцип дії інерційного платформеного стенду заснований на вимірі сил інерції (від поступально і обертально рухомих мас), що виникають при гальмуванні автомобіля і прикладених в місцях контакту коліс з динамометричними платформами. Такі стенди іноді використовуються на підприємствах автотехобслуговування для вхідного контролю гальмівних систем або експрес-діагностування транспортних засобів.

Інерційні роликові стенди мають ролики, які можуть мати привод від електродвигуна або від двигуна автомобіля. У останньому випадку провідні колеса автомобіля приводять в обертання ролики стенду, а від них за допомогою механічної передачі – і передні (ведені) колеса.

Після установки автомобіля на інерційний стенд лінійну швидкість коліс доводять до 50-70 км/год. і різко гальмують, одночасно роз'єднуючи усі каретки стенду шляхом виключення електромагнітних муфт. При цьому в місцях контакту коліс з роликами (стрічками) стенду виникають сили інерції, протидіючі гальмівним силам. Через деякий час обертання барабанів стенду і коліс автомобіля припиняється. Шляхи, пройдені кожним колесом автомобіля за цей час (чи кутове уповільнення барабана), будуть еквівалентні гальмівним шляхам і гальмівним силам.

Гальмівний шлях визначають по частоті обертання роликів стенду, що фіксується лічильником, або за тривалістю їх обертання, вимірюваною секундоміром, а уповільнення - кутовим деселерометром.

Метод, що реалізовується інерційним роликовим стендом, створює умови гальмування автомобіля, максимально наближені до реальних. Але через високу вартість стенду, недостатню безпеку, трудомісткість і великі витрати часу, необхідного для діагностування, стенди такого типу нерационально використовувати при проведенні діагностування на автопідприємствах і при держтехогляді.

Силові роликові стенди з використанням сил зчеплення колеса з роликом дозволяють вимірювати гальмівні сили в процесі його обертання із швидкістю 2-10 км/год. Обертання коліс здійснюється роликами стенду від електродвигуна. Гальмівні сили визначають по реактивному моменту, що виникає на статорі мотор-редуктора стенду при гальмуванні коліс.

Роликові гальмівні стенди дозволяють отримувати досить точні результати перевірки гальмівних систем. При кожному повторенні випробування вони здатні створити умови (передусім швидкість обертання коліс), абсолютно однакові з попередніми, що забезпечується точним завданням початкової швидкості гальмування зовнішнім при-

водом. Крім того, при випробуванні на силових роликівних гальмівних стендах передбачений вимір так званої «овальності» – оцінка нерівномірності гальмівних сил за один оборот колеса, тобто досліджується уся поверхня гальмування.

При випробуванні на роликівних гальмівних стендах, коли зусилля передається ззовні (від гальмівного стенду), фізична картина гальмування не порушується. Гальмівна система повинна поглинути енергію, що надходить ззовні, навіть не дивлячись на те, що автомобіль не має кінетичної енергії.

Є ще одна важлива умова – безпека випробувань. Найбезпечніші випробування – на силових роликівних гальмівних стендах, оскільки кінетична енергія випробовуваного автомобіля на стенді дорівнює нулю. У разі відмови гальмівної системи при дорожніх випробуваннях або на майданчикових гальмівних стендах вірогідність аварійної ситуації дуже висока.

Слід зазначити, що по сукупності своїх властивостей саме силові роликівні стенди є найбільш оптимальним рішенням як для діагностичних ліній станцій техобслуговування, так і для діагностичних станцій, що проводять держтехогляд.

Сучасні силові роликівні стенди для перевірки гальмівних систем можуть визначати наступні параметри:

- по загальних параметрах транспортного засобу і стану гальмівної системи – опір обертанню незагальмованих коліс; нерівномірність гальмівної сили за один оборот колеса; маса, що доводиться на колесо; маса, що доводиться на вісь;
- по робочій і стоянковій гальмівним системам – найбільшу гальмівну силу; час спрацювання гальмівної системи; коефіцієнт нерівномірності (відносна нерівномірність) гальмівних сил коліс осі; питому гальмівну силу; зусилля на органі управління.

Дані контролю виводяться на дисплей у вигляді цифрової або графічної інформації. Результати діагностування можуть виводитися на друк і зберігатися в пам'яті комп'ютера в базі цих автомобілів, що діагностуються.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ СХЕМИ ОСЛАБЛЕННЯ ПОЛЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПОСЛІДОВНОГО ЗБУДЖЕННЯ**

***Кулік П.М.***

*Науковий керівник – Герасименко В.А., асистент*

Міський пасажирський транспорт – важлива галузь народного господарства. Без чіткої функціонуючої транспортної системи сучасне